

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU <sup>(11)</sup> **2 613 592** <sup>(13)</sup> C1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[G01N 13/02 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса:  
07.08.2018)

(21)(22) Заявка: [2015148103](#), 09.11.2015(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
09.11.2015

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 09.11.2015

(45) Опубликовано: [17.03.2017](#) Бюл. № 8

(56) Список документов, цитированных в отчете о  
поиске: RU 149156 U1 20.12.2014;RU  
2531039 C1 20.10.2014;RU 2459194 C2  
20.08.2012;CN 1591016 A 09.03.2005.

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности

(72) Автор(ы):

Поводатор Аркадий Моисеевич (RU),  
Вьюхин Владимир Викторович (RU),  
Цепелев Владимир Степанович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

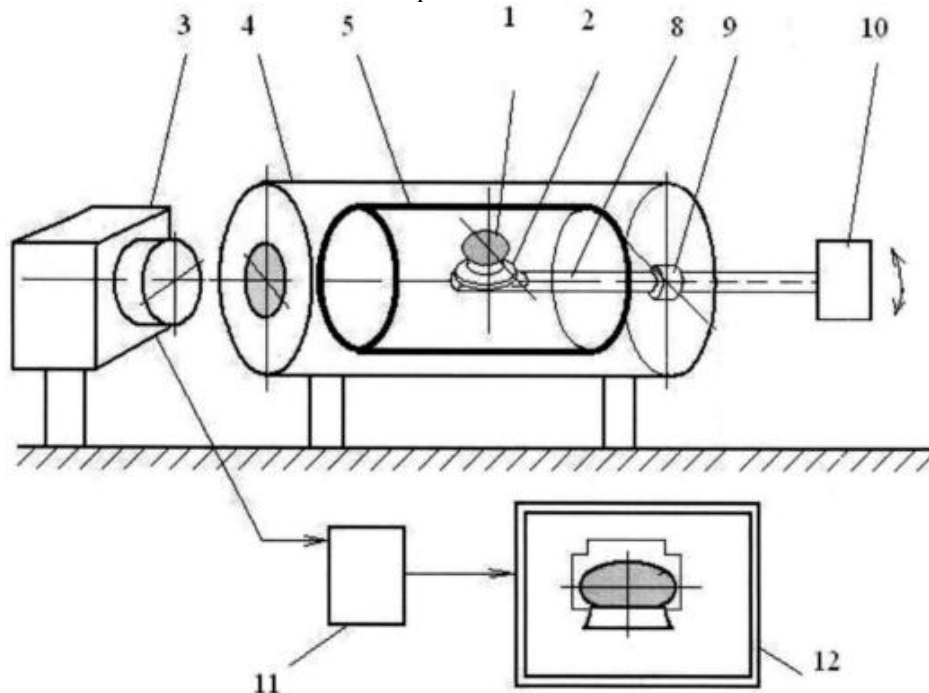
федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) Способ и устройство для определения плотности и поверхностного натяжения  
металлических расплавов

(57) Реферат:

Изобретение относится к технической физике, а именно к определению физических параметров металлических расплавов методом геометрии «большой капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсовидной капли расплавленного образца посредством фотообъеметрии. Изобретение может быть использовано в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах. Способ определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы на подложке, которые закрепляют на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, при котором осуществляют регулировку подложки и этого штока с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, осуществляют нагрев и плавление образца, фотоспособом наблюдают и определяют посредством компьютера и расположенного вне электропечи фотоприемника изображение, в том числе силуэт капли образца расплава на подложке, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли. Причем при затекании шлаковых компонентов расплава на край подложки и/или маскировке этого края используют термостойкий шаблон, которому придают заданные форму и размеры его горизонтальных и

вертикальных частей, соответствующие форме и размерам подложки, перед осуществлением нагрева и плавления образца шаблон размещают на подложке с загруженным на нее образцом, регулируют положение шаблона таким образом, чтобы на фотоизображении наблюдаемые верхние вертикальные части шаблона совпадали с вертикальными координатами верхнего края подложки, а верхние горизонтальные части шаблона были параллельны верхнему горизонтальному краю подложки, в качестве координат края подложки используют наблюдаемые на фотоизображении вертикальные части термостойкого шаблона, после чего продолжают последующие операции способа. Устройство отличается тем, что в него введен шаблон, который размещен на вышеуказанной подложке преимущественно в фокальной плоскости в виде проволоочной рамки из тугоплавкого металла. Техническим результатом является уменьшение субъективности в проведении и результатах эксперимента, возможность не прерывать эксперимент и получение набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении капли и/или шлаков на край подложки. 2 н. и 8 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1

Изобретение относится к технической физике, а именно к анализу материалов, в частности к определению физических параметров преимущественно высокотемпературных металлических расплавов методом геометрии «большой капли», а именно путем измерения геометрических характеристик силуэта лежащей на подложке эллипсовидной капли расплавленного образца посредством фотообъеметрии. Изобретение может быть использовано в исследованиях, на предприятиях промышленности, при выполнении лабораторных работ в вузах.

Известны способ и устройство для определения плотности и поверхностного натяжения образца - капли металлического расплава с известной массой, равной 10÷40 граммов («большой капли»), лежащей на подложке, размещенной на конце штока в высокотемпературной зоне электропечи, заполненной инертным газом, на основе фотометрической объеметрии. Его осуществляют путем измерения параметров эллипсоида капли, его контура (силуэта) и подложки, по горизонтальным и вертикальным координатам которых проводят масштабирование, обмер силуэта капли расплава на фотоизображении и дальнейшего вычисления объема капли (см. Филиппов С.И. и др. «Физико-химические методы исследования металлургических процессов». Металлургия, М., 1968, стр. 266 -272 - аналог). При этом наличие гелиевой атмосферы внутри электропечи с давлением, равным атмосферному, предохраняющей образец как от загрязнения газами воздуха, так и от вскипания расплава, горизонтальная установка подложки, на которой помещают каплю в зоне нагрева печи, чистая поверхность образца расплавленной капли, эллиптическая форма ее силуэта, его симметрия, строгая окружность в основании капли являются необходимыми условиями применения метода «большой капли».

Известны способ и устройство определения плотности высокотемпературных многокомпонентных металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов регулируемого штока в электропечи горизонтального типа, при котором осуществляют регулировку подложки и регулируемого штока с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, осуществляют нагрев и плавление образца, фотоспособом наблюдают посредством компьютера и расположенного вне электропечи соосного ей фотоприемника изображение, включающее эллипсовидный силуэт капли образца расплава, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли - см. пат. РФ №2459194 - аналог.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы на подложке, которые закрепляют на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, при котором осуществляют регулировку подложки и этого штока с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, осуществляют нагрев и плавление образца, фотоспособом наблюдают и определяют посредством компьютера и расположенного вне электропечи фотоприемника изображение, в том числе силуэт капли образца расплава на подложке, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли, см. пат. РФ №2531039 - прототип способа.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению по технической сущности и достигаемому результату является устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее капельный образец расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, узел изменения положения подложки, компьютер, фотоприемник - см. пат. РФ №2531039 - прототип устройства.

Для ряда металлических сплавов при их нагреве характерно выделение жидкой шлаковой фазы. В частности, это наблюдают у некоторых марок трубной стали. При измерении плотности и поверхностного натяжения расплава методом лежащей капли наблюдают первоначальное выделение шлаковой жидкости. Затем при плавлении металлического образца образуется капля расплава, а на верхнем крае подложки начинает накапливаться пояс жидкого шлака. Со временем количество шлака растет и может происходить его перелив по боковой поверхности подложки. При этом на фотоизображении он может закрыть собой верхние углы силуэта подложки на фотоизображении капли расплава. Возникает необходимость уточнения координат этих практически замаскированных характерных угловых точек, в противном случае возможна остановка эксперимента и его срыв. Кроме того, возникают ситуации со сползанием поверхностных пленок разного происхождения, появляющихся на капле расплава, на край подложки, при этом также возникает перекрытие вышеуказанных характерных угловых точек. В таких условиях возрастает субъективность оценки дальнейшего хода эксперимента и влияние уровня квалификации исследователя на конечные результаты.

Недостатком как аналогов, так и прототипа - способа и устройства, является то, что при смещении на фотоизображении силуэта капли расплава со шлаком на силуэт края подложки возрастает роль субъективности оценки дальнейшего хода эксперимента и его результатов. Не обеспечены определение координат фотоизображения верхнего края подложки, продолжение эксперимента без его срыва и возможность на основе этих координат текущей регулировки горизонтальности подложки во время эксперимента. Таким образом, не обеспечена точность результатов по определению параметров силуэта, объема и, в итоге, плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Задачей предлагаемого изобретения является обеспечение определения параметров фотоизображения силуэта подложки посредством использования фотоизображения шаблона, уменьшение субъективности оценки дальнейшего хода эксперимента и полученных результатов, обеспечение продолжения эксперимента без его прерывания при смещении капли расплава со шлаком на край подложки. Это обеспечивает повышение точности результатов по определению параметров силуэта капельного образца расплава, вычислению его объема, а в конечном итоге плотности и поверхностного натяжения исследуемого расплава.

Для решения поставленной задачи предлагаются способ и устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов.

1. Способ определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы на подложке, которые закрепляют на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, при котором осуществляют регулировку подложки и этого штока с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, осуществляют нагрев и плавление образца, фотоспособом наблюдают и определяют посредством компьютера и расположенного вне электропечи фотоприемника изображение, в том числе силуэт капли образца расплава на подложке, по которому определяют объем, плотность и поверхностное натяжение капли, отличающийся тем, что при затекании шлаковых компонентов расплава на край подложки и/или маскировке этого края используют термостойкий шаблон, которому придают заданные форму и размеры его горизонтальных и вертикальных частей, соответствующие форме и размерам подложки, перед осуществлением нагрева и плавления образца шаблон размещают на подложке с загруженным на нее образцом, регулируют положение шаблона таким образом, чтобы на фотоизображении наблюдаемые верхние вертикальные части шаблона совпадали с вертикальными координатами верхнего края подложки, а верхние горизонтальные части шаблона были параллельны верхнему горизонтальному краю подложки, в качестве координат края подложки используют наблюдаемые на фотоизображении вертикальные части термостойкого шаблона, после чего продолжают последующие операции способа.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблону придают форму многоугольника с преимущественно прямыми углами.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблон размещают преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблон выполняют преимущественно в виде проволоочной рамки из тугоплавкого металла, например молибдена.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что осуществляют оперативную регулировку горизонтальности подложки в ходе эксперимента посредством использования фотоизображения шаблона.

6. Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее капельный образец расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, узел изменения положения подложки, компьютер, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введен шаблон, который размещен на вышеуказанной подложке.

7. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон размещен преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения.

8. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон выполнен в виде проволоочной рамки из тугоплавкого металла, например молибдена.

9. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон имеет форму многоугольника с преимущественно прямыми углами.

10. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон обладает серповидной опорной поверхностью.

Технические решения, содержащие вышеуказанные совокупности ограничительных и отличительных признаков, обеспечивают достижение технического результата - уменьшение степени субъективности в проведении и результатах эксперимента, осуществление возможности не прерывать эксперимент и обеспечение получения набора параметров фотоизображения, необходимых и достаточных для последующего определения плотности и поверхностного натяжения исследуемого металлического расплава при смещении капли и/или шлаков на край подложки, а в конечном итоге повышение достоверности и точности измерения плотности и поверхностного натяжения изучаемого образца металлического расплава. Кроме того, обеспечивается возможность текущей регулировки в ходе эксперимента горизонтальности подложки посредством контроля горизонтальных и вертикальных компонентов фотоизображения шаблона, что расширяет функциональные возможности способа.

Такие технические решения не выявлены в известном уровне техники, что при достижении вышеописанного технического результата позволяет считать предложенные технические решения имеющими изобретательский уровень.

Предлагаемое изобретение поясняется чертежами:

фиг. 1 - блок-схема измерительного комплекса;

фиг. 2 - схема размещения шаблона на подложке;

фиг. 3 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке, 8 минута нагрева при  $t=1580^{\circ}\text{C}$ , идет накопление внизу капли шлакового ободка;

фиг. 4 - фотоизображение капли расплава трубной стали на подложке при  $t=1590^{\circ}\text{C}$ , с накопившимся на верхнем крае подложки и перелившимся по боковой поверхности подложки жидким шлаком;

фиг. 5 - фотоизображение капли расплава на подложке при  $t=1620^{\circ}\text{C}$  со сползающими по поверхности капли расплава окисными пленками.

Способ осуществляют посредством устройства для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащего измерительный комплекс - см. фиг. 1, 2, в состав которого входят: капельный образец расплава фиксированной массы 1, расположенный на срезе подложки 2, фотоприемник 3, соосный с электропечью 4, коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5, шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7, размещенный на подложке 2, регулируемый штوك 8 с закрепленной на одном из его концов подложкой 2, другой конец которого через вакуумный уплотнительный узел 9 соединен с узлом изменения положения подложки 10, компьютер 11, на дисплей 12 которого выводят изображение капельного образца расплава фиксированной массы 1, подложки 2 и шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7.

Подложка 2 выполнена в виде усеченного конуса с симметричным углублением из высокотемпературной керамики, например бериллиевой  $\text{BeO}$ . Фотоприемник 3 - телекамера 3372P Sanyo, коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5 выполнен из листового молибдена. Шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7 выполнен из молибденовой проволоки МЧ (99,9%) диаметром 1 мм. Форма шаблона 6 представляет собой многоугольник, состоящий предпочтительно из горизонтальных и вертикальных фрагментов, расположенных над серповидной поверхностью 7. Форма шаблона 6 содержит по меньшей мере два прямых угла, расстояние между вершинами которых 13 равно диаметру 14 верхнего края подложки 2 и которые находятся над изучаемым образцом фиксированной массы 1 преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения. Регулируемый шток 8 с внешним диаметром 10 мм выполнен из молибденовой трубы и содержит на одном из концов горизонтальный срез, на котором размещена подложка 2. Вакуумный уплотнительный узел 9 сделан из вакуумной резины и соединен с узлом изменения положения подложки 10, выполненным в виде исполнительного устройства с шаговыми двигателями.

Определение плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, в частности многокомпонентных, на предлагаемой установке осуществляется следующим образом: подготавливают изучаемый образец фиксированной массы 1, равной  $10\div 40$  граммов, который размещают в углублении подложки 2. Затем на подложку 2 помещают шаблон 6 с опорной серповидной поверхностью 7, которая охватывает основание конической части подложки 2. Подложку 2 помещают на вышеуказанный срез регулируемого штока 8. При этом регулируют шаблон 6 таким образом, чтобы он был перпендикулярен горизонтальной оси регулируемого штока 8, в этом случае шаблон 6 находится в фокальной плоскости фотоизображения. Регулируют шаблон 6, если это требуется, небольшим горизонтальным смещением боковых вертикальных сторон шаблона 6 или опорной серповидной поверхности 7 таким образом, чтобы проекции верхней части вертикальных фрагментов 15 и 16 шаблона 6 совпадали с силуэтом верхнего края подложки 2.

Подложку 2 с изучаемым образцом фиксированной массы 1 и шаблоном 6 с опорной серповидной поверхностью 7 помещают на один из концов горизонтального регулируемого штока 8, который вводят в коаксиальный цилиндрический электронагреватель 5. Регулируют положение штока 8 и таким образом - горизонтальность подложки 2, проверяют положение шаблона 6 посредством фотоизображения на дисплее 12, полученном с помощью фотоприемника 3, соосного с высокотемпературной зоной электропечи 4 горизонтального типа. При этом наблюдают на дисплее 12 компьютера 11 изучаемый образец 1 на подложке 2 и шаблон 6. После окончания регулировок электропечь 4 закрывают, из нее откачивают воздух и закачивают гелий. Включают электропечь 4 и начинают эксперимент, при этом наблюдают на дисплее 12 все стадии эксперимента.

Необходимо отметить, что тепловой коэффициент расширения ТКР подложки 2 из высокотемпературной керамики, например бериллиевой  $\text{BeO}$ , составляет  $2,2\cdot 10^{-5}$  град. $^{-1}$ , а для шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7, выполненного из молибдена, ТКР составляет  $5,2\cdot 10^{-6}$  град. $^{-1}$ , т.е. составляет  $\frac{1}{4}$  от ТКР подложки 2.

Таким образом, даже при предельной температуре  $t_{\text{max}}=2000^{\circ}\text{C}$  внутри коаксиального цилиндрического электронагревателя 5 суммарная температурная погрешность координат молибденового шаблона 6 с опорной серповидной поверхностью 7 во всем предельном температурном диапазоне ( $2000^{\circ}\text{C}$ ) составляет  $\Delta_t \leq 1\%$ . При диаметре 14

края подложки 2, равном  $D=13\text{ mm}$ , и аналогичном расстоянии 13 между вертикальными фрагментами 15 и 16 прямых углов шаблона 6 погрешность  $\Delta$  фотоопределения вертикальных координат краев подложки 2 во всем предельном температурном диапазоне ( $2000^\circ\text{C}$ ) составляет  $\Delta \leq 0,13\text{ mm}$ , т.е. величину, которой можно пренебречь, по меньшей мере в сравнении с вкладом погрешности из-за ТКР подложки 2.

Фотоизображения изучаемых образцов различных расплавов 1 на подложке 2 приведены на фиг. 3 ÷ фиг. 5. Например, в эксперименте по измерению плотности изучаемого образца 1 расплава технического железа видно первоначальное выделение шлаковой жидкости. Затем образуется капля расплава 1, а на верхнем крае подложки 2 начинает накапливаться пояс жидкого шлака 17 - см. фиг. 3. Со временем количество шлака растёт и может произойти его перелив 18 через край по боковой поверхности подложки 2 - см. фиг. 4. Перелив шлака 18 может маскировать на фотоизображении верхние углы силуэта подложки 2 как справа, так и слева. Аналогичные ситуации могут возникнуть при сползании поверхностных плёнок 19, появляющихся на капле расплава 1, на край подложки 2 - см. фиг. 5. Эти эксперименты подтверждают необходимость определения координат замаскированных углов силуэта подложки 2 для уменьшения влияния как субъективности, так и уровня квалификации исследователя на конечные результаты эксперимента, а также избежать срыва эксперимента.

Способ осуществляют следующим образом.

Выбираем требуемый типонаминал подложки 2. Форма подложки 2 представляет собой фигуру вращения, состоящую из двух частей - плоской подставки в виде диска и рабочей части в виде усечённого конуса с углублением для удержания металлического расплава. Размер диаметра верхней части края подложки 2 известен. В углубление подложки 2 помещаем образец известной массы. На подставке подложки 2 размещаем шаблон 6 с серповидной опорной поверхностью 7 в виде незамкнутой окружности. Помещаем подложку 2 с образцом 1 и шаблоном 6 на регулируемый штوك 8 таким образом, чтобы вертикальные элементы шаблона 6 совпали с проекцией крайних точек верхнего края подложки 2, образующих её диаметр  $D$ , величина которого необходима для измерения формы образца 1 и масштабирования изображения. Затем проверяем горизонтальность установки подложки 2. Закрываем электропечь 4 и проводим вакуумирование. После этого выполняем нагрев образца 1 до нужной температуры, получаем расплав образца 1. Сформированный расплав 1 на несмачиваемой подложке 2 принимает форму эллипса. С помощью фотоприёмника 3 передаём изображение силуэта образца 1 и подложки 2 в компьютер 11, делаем снимки образца 1 и проводим обмер его изображения. В случае закрывания шлаком или окисными плёнками крайних точек верхнего края подложки 2 их положение определяем по видимым на снимке вертикальным элементам шаблона 15, 16, опустив их проекцию до пересечения с видимой частью подложки 2. Горизонтальное положение верхнего края подложки 2 определяем по замерам расстояния от горизонтального элемента шаблона 13 до верхнего края подложки 2, выполненным до расплавления образца 1.

### Формула изобретения

1. Способ определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов с использованием капельного образца расплава известной массы на подложке, которые закрепляют на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, при котором осуществляют регулировку подложки и этого штока с использованием узла изменения положения подложки, на подложку загружают образец, включают измерительную установку, осуществляют нагрев и плавление образца, фотоспособом наблюдают и определяют посредством компьютера и расположенного вне электропечи фотоприёмника изображение, в том числе силуэт капли расплава на подложке, по которому определяют объём, плотность и поверхностное натяжение капли, отличающийся тем, что при затекании шлаковых компонентов расплава на край подложки и/или маскировке этого края используют термостойкий шаблон, которому придают заданные форму и размеры его горизонтальных и вертикальных частей, соответствующие форме и размерам подложки, перед осуществлением нагрева и плавления образца шаблон размещают на подложке с загруженным на неё образцом, регулируют положение шаблона таким образом, чтобы на фотоизображении наблюдаемые верхние вертикальные части шаблона совпадали с вертикальными координатами верхнего края подложки, а верхние горизонтальные части шаблона были параллельны верхнему горизонтальному краю подложки, в качестве координат края подложки используют

наблюдаемые на фотоизображении вертикальные части термостойкого шаблона, после чего продолжают последующие операции способа.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблону придают форму многоугольника с преимущественно прямыми углами.

3. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблон размещают преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения.

4. Способ по п. 1, отличающийся тем, что шаблон выполняют преимущественно в виде проволочной рамки из тугоплавкого металла, например молибдена.

5. Способ по п. 1, отличающийся тем, что осуществляют оперативную регулировку горизонтальности подложки в ходе эксперимента посредством использования фотоизображения шаблона.

6. Устройство для определения плотности и поверхностного натяжения металлических расплавов, содержащее капельный образец расплава известной массы, лежащего на подложке, закрепленной на одном из концов горизонтального регулируемого штока в электропечи, узел изменения положения подложки, компьютер, фотоприемник, отличающееся тем, что в него введен шаблон, который размещен на вышеуказанной подложке.

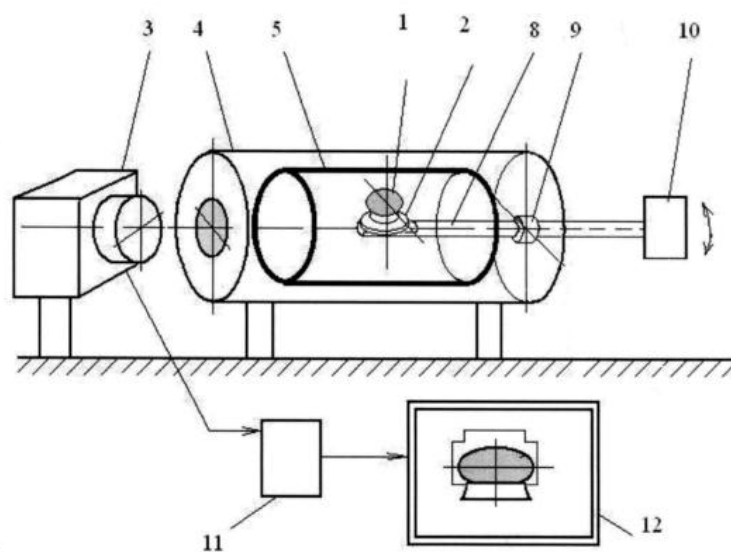
7. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон помещен преимущественно в фокальной плоскости фотоизображения.

8. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон выполнен в виде проволочной рамки из тугоплавкого металла, например молибдена.

9. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон имеет форму многоугольника с преимущественно прямыми углами.

10. Устройство по п. 6, отличающееся тем, что шаблон обладает серповидной опорной поверхностью.

Способ и устройство для определения  
плотности и поверхностного  
натяжения металлических расплавов

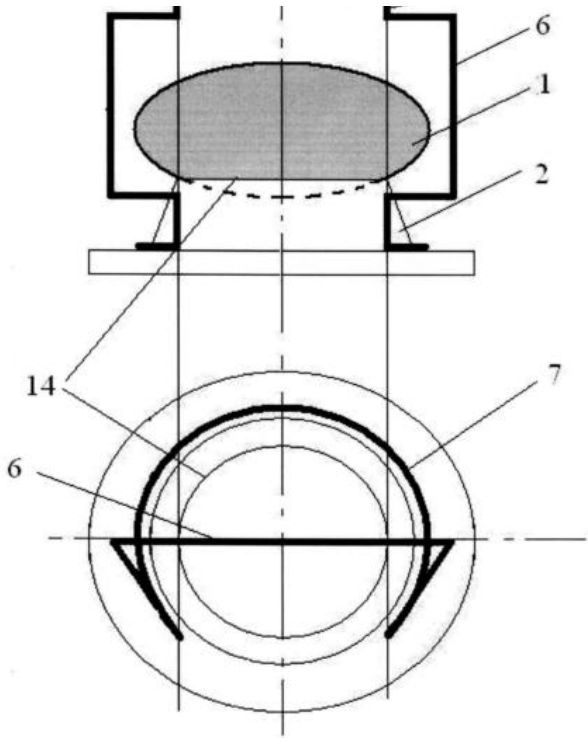


Фиг. 1

Способ и устройство для определения  
плотности и поверхностного  
натяжения металлических расплавов

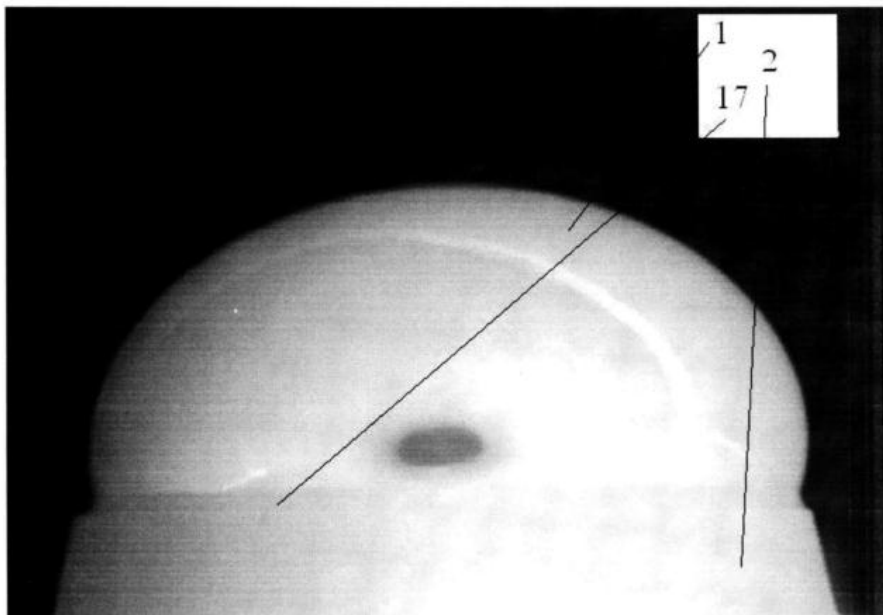






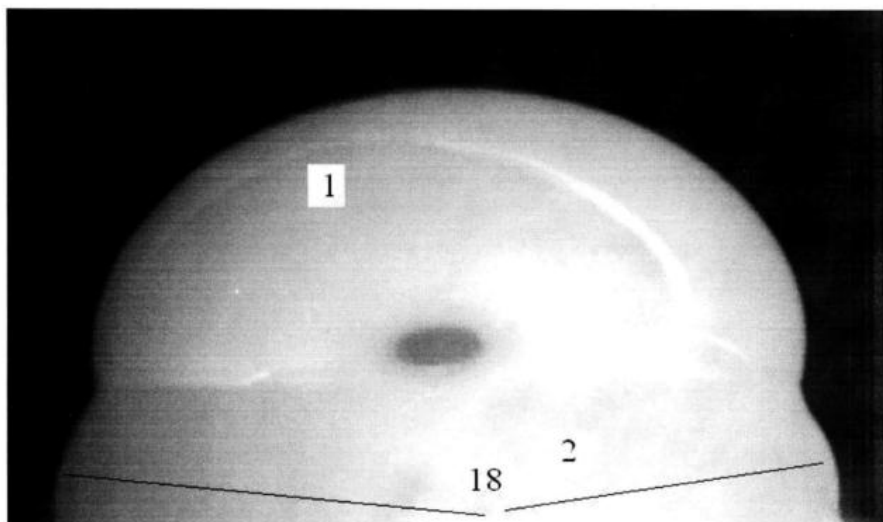
Фиг. 2

Способ и устройство для определения  
плотности и поверхностного  
натяжения металлических расплавов



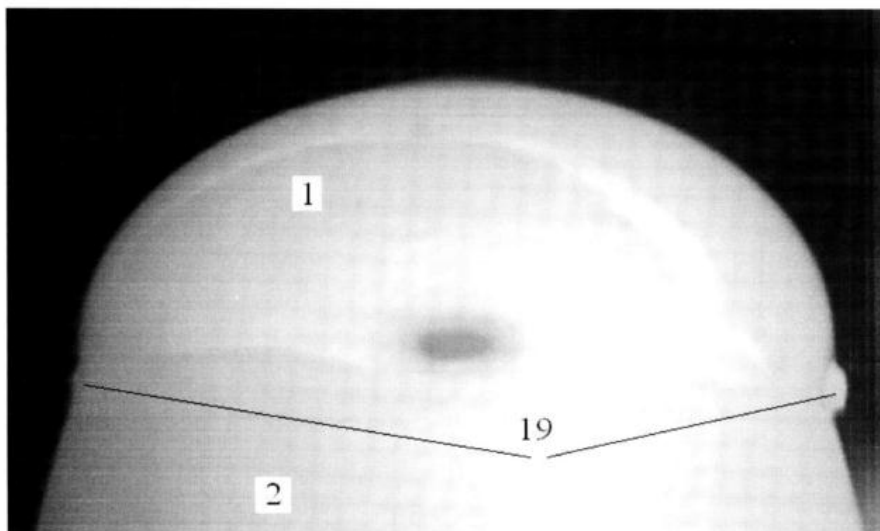
Фиг. 3

Способ и устройство для определения  
плотности и поверхностного  
натяжения металлических расплавов



Фиг. 4

Способ и устройство для определения  
плотности и поверхностного  
натяжения металлических расплавов



Фиг. 5

ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ4А Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **10.11.2017**

Дата внесения записи в Государственный реестр: **03.08.2018**

Дата публикации и номер бюллетеня: [03.08.2018](#) Бюл. №22

